

Síndrome da implantação óssea do cimento: aspectos essenciais no manejo anestésico

Bone cement implantation syndrome: essential aspects in anesthetic management

Fernanda de Faria Mariano¹, Izabela Magalhães Campos², Julián Fernando López Mora¹, Cynthia Beatriz Tostes Ferreira², Flávia Aparecida Resende³, Alysson Hígino Gonçalves da Silva³

DOI: 10.5935/2238-3182.20170046

RESUMO

A síndrome da implantação óssea do cimento (SIOC) é caracterizada por alterações cardiorrespiratórias que ocorrem devido à introdução do cimento ósseo sob altas pressões, comumente empregada em hemiartroplastias de quadril. Sua incidência corresponde a aproximadamente 20% dos casos, sendo que 0,5-1,7% apresentam reação cardiovascular grave. Fisiologicamente resulta em redução da oxigenação arterial, da pressão arterial média, do volume sistólico e do débito cardíaco, assim como aumento da resistência vascular pulmonar, resultando em redução da fração de ejeção do ventrículo esquerdo. Há dois mecanismos para explicar a fisiopatologia da SIOC: modelo do embolismo e modelo multimodal. São fatores de risco aumentado para eventos cardiovasculares graves durante a hemiartroplastia cimentada: idade avançada, sexo masculino, doença cardiopulmonar significativa e uso de diuréticos. O manejo é baseado na identificação de fatores de risco cirúrgico, na avaliação e preparo dos pacientes no pré-operatório, bem como a comunicação entre o cirurgião e o anestesista a fim de prever e corrigir tais eventos precocemente no perioperatório. O tratamento está baseado em medidas suportivas. Haja vista a elevada complexidade dessa síndrome bem como o aumento considerável de fraturas do quadril, é imprescindível que todos os anesthesiologistas abordem adequadamente a SIOC no período perioperatório.

Palavras-chave: fraturas, quadril, hemiartroplastias, cirurgia ortopédica, cimento, embolismo, anestesia.

ABSTRACT

Bone cement implantation syndrome (BCIS) consists in cardiorespiratory changes that occur due to introduction of bone cement under high pressure, commonly used in hip hemiarthroplasties. Its incidence corresponds to approximately 20% of the cases, with 0.5-1.7% presenting severe cardiovascular reaction. Physiologically results in reduction of arterial oxygenation, mean arterial pressure, systolic volume and cardiac output, as well as increased pulmonary vascular resistance, resulting in reduction in left ventricular ejection fraction. There are two mechanisms to explain the pathophysiology of BCIS: embolism model and multimodal model. There are increased risk factors for severe cardiovascular events during cemented hemiarthroplasty: advanced age, male gender, significant cardiopulmonary disease and use of diuretics. Management is based on identification of surgical risk factors during evaluation and preparation of patients in the preoperative period, as well as communication between surgeons and anesthesiologists in order to predict and treat such events early in the perioperative period. Treatment is based on supportive measures. Given the high complexity of this syndrome as well as the considerable increase in hip fractures in patients, it is essential that all anesthesiologists approach adequately BCIS in the perioperative period.

Key words: fractures, hip, hemiarthroplasties, orthopedic surgery, cement, embolism, anesthesia

¹ Médico em Especialização do CET Hospital Felício Rocho, Belo Horizonte, MG – Brasil
² Médico, Anestesiologista – TSA - CET Hospital Felício Rocho, Belo Horizonte, MG – Brasil
³ Médico, Anestesiologista – CET Hospital Felício Rocho, Belo Horizonte, MG – Brasil Médico

INTRODUÇÃO

Houve um aumento considerável das fraturas de quadril principalmente em idosos nos países do mundo ocidental, sendo esperado que esses números dobrem em 2050, em virtude do aumento da expectativa de vida da população. No ano de 2006, a taxa de fratura do quadril foi de 78,7 por cada 10.000 pessoas nos Estados Unidos, com uma mortalidade de 20% a 24% em 1 ano.¹ São alternativas de tratamento dessas fraturas: a osteossíntese ou a artroplastia – não cimentada ou cimentada. Essa última, consiste na colocação de cimento sob alta pressão entre a prótese e o osso, situação que pode culminar na síndrome da implantação óssea do cimento (SIOC).²

A SIOC é caracterizada por alterações cardiorrespiratórias, com eventual perda de consciência, que ocorrem próximo ao momento da introdução do cimento ósseo. Geralmente, ocorre redução da oxigenação arterial, da pressão arterial média, do volume sistólico e do débito cardíaco, como também o aumento da resistência vascular pulmonar, culminando em redução da fração de ejeção do ventrículo esquerdo.³

Ocorre comumente nas hemiartroplastias cimentadas, mas também é observada em outros procedimentos cimentados, como artroplastia total de quadril e de joelho. Aproximadamente 20% dos casos intercorrem com essa síndrome e, dentre esses, 0,5-1,7% progridem para arritmias, choque ou parada cardíaca.⁴ Portanto, é de suma importância que todos os anestesiológicos sejam capazes de prever, reconhecer e tratar esses eventos no perioperatório, tendo em vista a elevada complexidade da síndrome bem como o aumento considerável de fraturas de quadril em pacientes do mundo ocidental.

Quadro 1: Sinais e sintomas da SIOC ³

Achados clínicos na SIOC
Hipóxia
Hipotensão arterial súbita
Hipertensão pulmonar
Arritmias
Perda de consciência
Parada cardíaca

DISCUSSÃO

Fisiopatologia

Em 1958, o inglês John Charnley usou pela primeira vez o cimento ósseo em uma artroplastia total de

quadril e alguns anos depois, na década de 1970, a US Food and Drug Administration (FDA) aprovou sua utilização na fixação de prótese do quadril e joelho⁶. Desde então, essa substância vem sendo amplamente empregada em cirurgias ortopédicas ao redor do mundo.

O cimento ósseo é composto por duas substâncias: poli metacrilato de metilo (PMMA) e o metacrilato de metilo (MMA). Essas são capazes de preencher todas as pequenas aberturas no esqueleto esponjoso e ocupar as superfícies irregulares das cavidades ósseas.⁵ Baseados nas características físico-químicas do cimento e na mecânica de sua introdução óssea, foram propostos dois modelos para explicar a fisiopatologia da SIOC:

1) Modelo do embolismo

Durante a inserção da prótese, o cimento é intencionalmente forçado sob pressão ao interstício, melhorando sua adesão ao osso. Posteriormente, esse composto expande no espaço entre o osso e a prótese, pressurizando ainda mais o ar e o conteúdo medular, favorecendo a embolização de gordura marrom, cimento, partículas ósseas, ar, agregados de plaquetas e fibrina para a circulação. Essas partículas podem alcançar o coração, pulmões e/ou circulação coronária levando a hipertensão pulmonar, disfunção ventricular direita, hipóxia e hipotensão.⁷

Já foram observados por ecocardiograma transesofágico múltiplos microembolos, descritos como “rajadas de neve”, no coração do início da escarificação óssea até o final do procedimento cirúrgico. Essas partículas variam em número e tamanho, ocorrendo em tamanhos maiores de 10 mm em 1/3 dos pacientes⁸. Tais “rajadas de neve” também foram vistas em artroplastias não cimentadas⁹, no entanto, um estudo realizado usando cera óssea inerte sob alta pressão intramedular evidenciou que a pressão dentro do canal medular é maior nos procedimentos cimentados, o que explica um maior número de microembolias, bem como mudanças cardiorrespiratórias mais significativas nesses procedimentos¹⁰.

2) Modelo multimodal: Liberação de histamina, hipersensibilidade e ativação do complemento

Mais tarde mostrou-se que a concentração máxima de monômeros de MMA que é atingida no sangue durante o procedimento é pelo menos 30 vezes menor do que seria necessário para produzir efeitos cardiovasculares e respiratórios significativos^{11,12,13}. Mecanismos imunológicos, tipo de hipersensibilidade / reação anafilática ao monômero acrílico, podem ter um papel na causa dos eventos agudos, já que a

SIOC compartilha muitas características clínicas do choque anafilático.

Os pacientes que desenvolveram hipotensão durante o procedimento cimentado demonstraram ter um aumento significativo nos níveis de histamina e os anti-histamínicos pareciam ter um efeito protetor na prevenção do desenvolvimento de hipotensão¹⁴. Além disso, cirurgiões que tem contato frequente com o MMA, apresentam níveis sanguíneos aumentados de complementos anafilactoides - C3a e C5a. Essa condição já foi demonstrada em modelos animais com resultados semelhantes. Coletivamente, acredita-se que estes mediadores levam a broncoconstrição e a um aumento da resistência vascular pulmonar, causando distúrbios de ventilação/perfusão, hipóxia, falência ventricular direita e choque cardiogênico (a apresentação clínica característica da SIOC)⁴.

Classificação

No ano de 2009, foi proposta uma classificação da SIOC baseada na saturação de oxigênio, pressão arterial e o nível de consciência que tem sido referência para novos estudos e publicações.

Quadro 2: Classificação da SIOC 15

Classe SIOC	SpO2	PA	Consciência
Classe 1	< 94%	Queda >20%	Consciente
Classe 2	< 88%	Queda >40% ou	Perda de consciência inesperada
Classe 3		PCR-RCP	

Estatística

A SIOC é mais comum nas hemiartroplastias, mas também pode ser observada em outros procedimentos cimentados, como artroplastia total de quadril, joelho e vertebroplastias^{3,16,17}. Embora a mortalidade relacionada ao cimento seja rara é uma complicação devastadora, muitas vezes relatada por meio de estudos observacionais ou revisões literárias.^{18,19,20,21,22}

Tal fato motivou um grande estudo retrospectivo baseado nos dados da *Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry* que avaliou a relação entre o método de fixação da artroplastia de quadril e a mortalidade associada.¹⁷ Foi evidenciado um risco aumentado de mortalidade no peri e pós-operatório imediato entre os indivíduos tratados com artroplastia cimentada quando comparada a procedimentos não cimentados, sugerindo

que pacientes de risco são mais propensos a complicações precoces se o cimento for utilizado. Contudo, nesse grupo, em longo prazo, foi observada uma redução da morbimortalidade bem como maior durabilidade da prótese, melhor resultado funcional, menor dor no pós-operatório e retorno mais precoce às atividades de vida diária.¹⁷

Outro grande estudo retrospectivo realizado por Olsen et al. em 2014³ avaliou a incidência de SIOC em 1080 pacientes submetidos a hemiartroplastias cimentadas para correção de fraturas de fêmur proximais. Usando a classificação dessa síndrome (quadro 2), foram determinados fatores de risco e incidência da SIOC, assim como seu impacto na mortalidade em 30 dias e 1 ano^(3,4,15).

Em outro estudo publicado em 2014, a *Anaesthesia Sprint Audit of Practice (ASAP)*, buscou a incidência de SIOC em 3500 casos de hemiartroplastias cimentadas.²³

O estudo de Olsen mostrou uma mortalidade maior nos pacientes com SIOC classe 2 e 3 quando comparados a classe 1. A SIOC severa (classe 3) também foi um preditor de mortalidade em 30 dias, com uma odds ratio de 16,35 (mais que dobrou a mortalidade da classe 2 em 30 dias e quase dobrou a mortalidade em 1 ano). Dos pacientes com SIOC que morreram nas primeiras 48h da cirurgia, 95% apresentaram reações graves.²⁴

Quadro 3: Incidência de SIOC e suas respectivas

Classe SIOC	ASAP 2014		Olsen, et al. 2014	
	Incidência	Incidência	Mortalidade 30 dias	Mortalidade 1 ano
Classe 0 (sem SIOC)		72,2%	5,2%	25,2%
Classe 1	19%	21%	9,3%	29,9%
Classe 2	2,7%	5,1%	35%	48,1%
Classe 3	0,5%	1,7%	88%	94,1%

Em adição, já foi evidenciado que a lavagem adequada do canal femoral e a aspiração a vácuo reduzem os eventos embólicos durante a implantação de cimento^{25, 26}. Dessa forma, as técnicas modernas de cimento podem representar menor incidência de mortalidade perioperatória, justificando sua preferência e larga utilização em cirurgias ortopédicas.¹⁷

Fatores de risco

As manifestações clínicas da SIOC normalmente ocorrem no momento da cimentação e na inserção da prótese, mas também podem acontecer na redução da articulação ou depois da desinsuflação do torniquete.¹⁵

São fatores de risco aumentado para eventos cardiovasculares graves durante hemiartroplastia cimentada: idade avançada, sexo masculino, doen-

ça cardiopulmonar significativa e uso de diuréticos^{15,4}. Também são consideradas outras doenças como: osteoporose, doença óssea metastática, forame oval patente, bem como condições que podem estar associadas a um aumento ou alteração dos canais vasculares, por onde o conteúdo da medula pode mais rapidamente migrar para dentro da circulação, com maior risco de embolização. Em contrapartida, arteriosclerose, angina pectoris, insuficiência cardíaca congestiva (ICC), uso de beta-bloqueadores e uso de inibidores da enzima conversora de angiotensina (IECA) são condições que não predizem SIOC severa²⁷.

Em 2009, Donaldson e colaboradores, fizeram uma revisão que classificou e dividiu os fatores de risco de desenvolvimento de SIOC em dois grupos:

Quadro 4: Preditores e não preditores de SIOC grave.

Preditores de SIOC grave	NÃO preditores de SIOC grave:
Idade avançada	Arteriosclerose
Sexo masculino	Angina <i>pectoris</i>
Doença cardiopulmonar	ICC
	Uso de betabloqueadores
	Uso de IECA

Quadro 5: Fatores de risco da SIOC¹⁵

Fatores de risco da SIOC	
Paciente	Cirurgia
ASAIH-V	Fratura patológica
Cardiopatia ou hipertensão pulmonar preexistente	Fratura intertrocantérica
Osteoporose	Artroplastia “long-stem”

Manejo anestésico

O anestesista deve identificar pacientes de alto risco cirúrgico e avaliar bem como otimizar sua reserva cardiovascular antes da cirurgia. Baseado nessa

informação e com participação da equipe cirúrgica poderá selecionar o tipo de prótese, procedimento (cimentado ou não cimentado) e técnicas para minimizar o risco de complicações cardiovasculares⁷. O guideline de NICE de 2014 sugere que os implantes cimentados são preferíveis em adultos submetidos a artroplastia, já que aumentam a mobilidade pós-operatória livre de dor e reduzem o risco de reoperação². Entretanto, desde de o estudo de Oslen de 2014 sobre SIOC, os benefícios dos implantes não cimentados nos pacientes com certas comorbidades estão, novamente, sobre revisão.³

Aumentar a fração inspirada de oxigênio, garantir volume intravascular adequado e aumento da pressão arterial nos períodos de maior risco de SIOC (especialmente durante a cimentação) são medidas sugeridas. Além disso, o uso de rotina de vasopressores (mesmo infusões de baixas doses de epinefrina) durante a cimentação é agora um componente do protocolo intraoperatório de algumas instituições²⁴.

No perioperatório, é imprescindível a vigilância dos sinais de comprometimento cardiorrespiratório, desde a remoção da cabeça do fêmur até a instrumentação do canal femoral. A aferição da pressão venosa central (PVC) e a administração de inotrópicos podem também ajudar na otimização volêmica, mas costumam ter correlação fraca com as alterações de pressão arterial pulmonar da SIOC. O uso de um cateter de artéria pulmonar (swan-ganz) ou ecocardiograma transesofágico tem sido sugerido para monitorização hemodinâmica de pacientes de alto risco²⁴.

Não existem grandes estudos sobre o efeito da técnica anestésica na incidência de SIOC, devendo a anestesia ser planejada individualmente, com atenção às manifestações clínicas da síndrome. Sob anestesia geral, uma redução significativa da pressão arterial sistólica pode indicar disfunção cardiovascular, enquanto uma queda súbita da pCO₂ expirada pode indicar uma falência de câmaras cardíacas direitas culminando em redução catastrófica do débito cardíaco. No paciente acordado, sob anestesia regional, sinais precoces de SIOC podem incluir dispneia e/ou alteração do sensorio²⁴.

A comunicação entre o cirurgião e o anestesista tem sido destacada como aspecto fundamental para reduzir a incidência e otimizar o tratamento da SIOC relacionada a artroplastias de quadril. Dessa forma, no ano de 2015 a Associação dos Anestesiologistas do Reino Unido e Irlanda publicou um guideline que se baseia em três pontos principais²⁸:

Quadro 6: Protocolo para manejo de artroplastias cimentadas²⁸

PROTOCOLO PARA MANEJO DE ARTROPLASTIAS CIMENTADAS	
1. Identificação de pacientes com alto risco de comprometimento cardiorrespiratório:	
A)	Paciente idoso
B)	Doença cardiopulmonar significativa
C)	Uso de diuréticos
D)	Sexo masculino
2. Preparação da(s) equipe(s) e identificação de papéis em caso de reação grave:	
A)	Discussão multidisciplinar pré-operatória
B)	Lista de informações e lista de verificação da cirurgia segura da Organização Mundial da Saúde 'time-out'
3. Papéis intra-operatórios específicos:	
A) Cirurgião:	
➤	Informe ao anestesista que você está prestes a inserir o cimento
➤	Lavar e secar completamente o canal do fêmur
➤	Aplique cimento de forma retrógrada usando a pistola de cimento com um cateter de sucção e plug intramedular no eixo femoral
➤	Evitar a pressurização vigorosa do cimento
B) Anestesista:	
➤	Assegurar uma ressuscitação adequada pré e intra-operativa
➤	Confirmar com o cirurgião o início da cimentação
➤	Acompanhar sinais de comprometimento cardiológico e expiratório PA, SaO ₂ e pCO ₂ principalmente
➤	Manter uma pressão arterial sistólica dentro de 20% do valor de pré-indução
➤	Preparar vasopressores em caso de colapso cardiovascular

Recentemente, estudos experimentais em animais obtiveram sucesso com uso de filtros de veia cava inferior e são promissores para a utilização em pacientes de alto risco cardiovascular. No entanto, ainda não foram incorporados à prática clínica.²⁹

Tratamento

O tratamento esta baseado em medidas suportivas. É necessária administração de oxigênio a 100%, controle da via aérea, monitoramento hemodinâmico invasivo, terapia agressiva com infusão de volume e uso de vasopressores^{30,31,32}.

Uma vez que o colapso cardiovascular se deve à hipertensão pulmonar é imprescindível a compensação da falência ventricular direita. Sendo assim, ressuscitação volêmica precoce e agressiva, assim como inotrópicos para suporte de contratilidade ventricular são fundamentais. Entretanto, deve ser evitada a infusão excessiva de fluídos a fim de impedir o deslocamento do septo interventricular para a esquerda e uma diminuição adicional da fração de ejeção do ventrículo esquerdo³³.

Outra recomendação da Associação dos Anestesiologistas da Grã-Bretanha e da Irlanda (AAGBI) é o início rápido de vasopressores como fenilefrina e noradrenalina.³⁴ Tais agentes provocam vasoconstricção

periférica, aumentam a pressão aórtica e o fluxo sanguíneo arterial coronariano e, conseqüentemente, otimizam a perfusão e contratilidade miocárdica. É sugerido também que agentes inotrópicos e vasopressores sejam continuados em unidades de terapia intensiva (UTI), se necessário. Nos casos de eventos cardiovasculares graves, em que há PCR, os algoritmos do ACLS devem ser seguidos.

É recomendado que pacientes que não tiveram diagnóstico de SIOC grave, mas apresentaram quadro clínico suspeito sejam monitorizados em UTI por, pelo menos, 24h após a cirurgia. Além disso, é importante destacar que essa síndrome é um fenômeno tempo-limitado. A hipertensão pulmonar aguda e falência ventricular direita secundária devem ser consideradas reversíveis, principalmente em corações saudáveis em que a recuperação de eventos embólicos dura de segundos a minutos²⁴.

Quadro 7: Recomendações para abordagem inicial da SIOC⁽³⁴⁾

Abordagem inicial da SIOC
Administrar O ₂ a 100%
Ressuscitação volêmica (guiada por PVC)
Suporte vasoativo/inotrópico

CONCLUSÃO

A síndrome de implantação óssea do cimento é um evento multifatorial, relativamente comum e potencialmente fatal, o qual é muito estudado, mas ainda pouco compreendido. Sendo assim, o reconhecimento de pacientes suscetíveis, o monitoramento constante ao longo da cirurgia, a identificação precoce de sinais de comprometimento hemodinâmico bem como a estabilização clínica e medidas suportivas agressivas são aspectos fundamentais do manejo anestésico dessa síndrome.

REFERÊNCIAS

- Mears SC, Kates SL. A Guide to Improving the Care of Patients with Fragility Fractures, Edition 2. *Geriatr orthop surg rehabil.* 2015; 6(2): 58-120. doi:10.1177/2151458515572697.
- National Institute for Health and Care Excellence (NICE). [Homepage na Internet]. 2011 [Atualizada em 20178 may] Surveillance report – Hip fracture (2011) NICE guideline CG124. [aproximadamente 1 tela] Disponível em: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg124>
- Olsen F, Kotyra M, Houltz E, Ricksten SE. Bone cement implantation syndrome in cemented hemiarthroplasty for femoral neck fracture: incidence, risk factors, and effect on outcome. *Br. j. anaesth.* 2014; 113(5): 800-6.
- Griffiths R, Parker M. Bone cement implantation syndrome and proximal femoral fracture. *Br. j. anaesth.* 2015; 114(1): 6-7.
- Vaishya R, Chauhan M, Vaish A. Bone cement. *J. clin. orthop. trauma.* 2013; 4(4): 157-63.
- Breusch SJ, Malchau H. *The Well-cemented Total Hip Arthroplasty: Theory and Practice.* Heidelberg, NY: SpringerBerlin; 2005.
- Khanna G, Cemovsky J. Bone cement and the implication for anaesthesia. *Contin. educ. anaesth. crit. care pain.* 2012; 12(4): 213-6.
- Lafont ND, Kalonji MK, Barre J, Guillaume C, Boogaerts JG. Clinical features and echocardiography of embolism during cemented hip arthroplasty. *Can. J. anesth.* 1997; 44(2): 112-117.
- Hayakawa M, Fujioka Y, Morimoto Y, Okamura A, Kemmotsu O. Pathological evaluation of venous emboli during total hip arthroplasty. *Anaesthesia.* 2001; 56(6): 571-5.
- Ereth MH, Weber JG, Abel MD, Lennon RL, Lewallen DG, Ilstrup DM, et al. Cemented versus noncemented total hip arthroplasty—embolism, hemodynamics, and intrapulmonary shunting. *Mayo clin. proc.* 1992; 67(11): 1066-74.
- Charnley J. Systemic effects of monomer. In: Charnley J (ed). *Acrylic cement in orthopaedic surgery.* Baltimore, MD: Williams and Wilkins; 1970. P. 72-8.
- McLaughlin RE, DiFazio CA, Hakala M, Abbott B, MacPhail JA, Mack WP, et al. Blood clearance and acute pulmonary toxicity of methyl methacrylate in dogs after simulated arthroplasty and intravenous injection. *J. bone joint surg am.* 1973; 55(8):1621-28.
- Homsy CA, Tullos HS, Anderson MS, Diferrante NM, King JW. Some physiological aspects of prosthesis stabilization with acrylic polymer. *Clin. orthop. relat. res.* 1972; 83: 317-28.
- Tryba M, Linde I, Voshage G, Zenz M. [Histamine release and cardiovascular reactions to implantation of bone cement during total hip replacement]. *Anaesthesist.* 1991; 40(1): 25-32.
- Donaldson AJ, Thomson HE, Harper NJ, Kenny NW. Bone cement implantation syndrome. *Br. j. anaesth.* 2009; 102(1): 12-22.
- Sastre JA, Lopez T, Dalmau MJ, Cuello RE. Bone cement implantation syndrome during spinal surgery requiring cardiac surgery. *A A Case Rep.* 2013; 1(6): 82-5.
- Costain DJ, Whitehouse SL, Pratt NL, Graves SE, Ryan P, Crawford RW. Perioperative mortality after hemiarthroplasty related to fixation method: A study based on the Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. *Acta orthop.* 2011; 82(3): 275-81. doi:10.3109/17453674.2011.584208.
- Dearborn JT, Harris WH. Postoperative mortality after total hip arthroplasty. An analysis of deaths after two thousand seven hundred and thirty-six procedures. *J bone joint surg Am.* 1998; 80(9): 1291-4.
- Parvizi J, Holiday AD, Ereth MH, Lewallen DG. The Franf Stinchfield Award. Sudden death during primary hip arthroplasty. *Clin. orthop. relat. res.* 1999; (369): 39-48.
- Parvizi J, Johnson BG, Rowland C, Ereth MH, Lewallen DG. Thirty-day mortality after elective total hip arthroplasty. *J bone joint surg Am.* 2001; 83-A(10): 1524-8.
- Parvizi J, Ereth MH, Lewallen DG. Thirty-day mortality following hip arthroplasty for acute fracture. *J bone joint surg am.* 2004; 86-A(9): 1983-8.
- Weinrauch PC, Moore WR, Shooter DR, Wilkinson MP, Bonrath EM, Dedy NJ, et al. Early prosthetic

- complications after unipolar hemiarthroplasty. *ANZ j. Surg.* 2006; 76 (6): 432-5
23. National Hip Fracture Database. Anaesthesia Sprint Audit of Practice (ASAP). Disponível em:<<https://www.aagbi.org/sites/default/files/NHFD%20anaesthetic%20report.pdf>>
24. So D, Yu C, Doane MD. Síndrome da implantação óssea do cimento, *Anaesthesia Tutorial of the Week*. [online]. 2017; W 351. Disponível: <https://www.sbahq.org/wp-content/uploads/2017/05/ATOTW-351-BCIS-TRADUCAO-2.pdf>
25. Christie J, Robinson CM, Singer B, Ray DC. Medullary lavage reduces embolic phenomena and cardiopulmonary changes during cemented hemiarthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 1995; 77(3): 456-9.
26. Pitto RP, Koessler M, Draenert K. The John Charnley Award. Prophylaxis of fat and bone marrow embolism in cemented total hip arthroplasty. *Clin. orthop. relat. res.*1998; (355): 23-34.
27. Kalra A, Sharma A, Palaniswamy C, El-Oshar S, Desai P, Yazbeck M, et al. Diagnosis and management of bone cement implantation syndrome: case report and brief review. *Am. j. ther.* 20(1): 121-125.
28. Membership of the Working Party, Griffiths R, White S, Moppett IK, Parker MJ, Chesser TJ, et al. Safety guideline: reducing the risk from cemented hemiarthroplasty for hip fracture 2015: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland British Orthopaedic Association British Geriatric Society. *Anaesthesia.* 2015; 70(5): 623-6.
29. Guo W, Zheng Q, Li B, Shi X, Xiang D, Wang C. An Experimental Study to Determine the Role of Inferior Vena Cava Filter in Preventing Bone Cement Implantation Syndrome. *Iran. J. Radiol.* 2015; 12(3):e14142. doi:10.5812/iranjradiol.14142v2.
30. Fallon KM, Fuller JG, Morley-Forster P. Fat embolization and fatal cardiac arrest during hip arthroplasty with methylmethacrylate. *Can. j. anaesth.* 2001; 48(7): 626-9.
31. Jenkins K, Wake PJ. Cement implantation syndrome. *Anaesthesia.* 2002; 57(4):416.
32. Dow A. We need a good anaesthetist for cemented THA. In: Breusch SJ, Malchau H, eds. *The well cemented total hip arthroplasty*. Berlin: Springer Medizin Verlag, 2005: 302-6.
33. Belenkie I, Dani R, Smith ER, Tyberg JV. Effects of volume loading during experimental acute pulmonary embolism. *Circulation.* 1989; 80(1):178-88.
34. Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland, Griffiths R, Alper J, Beckingsale A, Goldhill D, Heyburn G, et al. Management of proximal femoral fractures 2011: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Anaesthesia.* 2012; 67(1): 85-98.